

Multi-Touch Fußboden

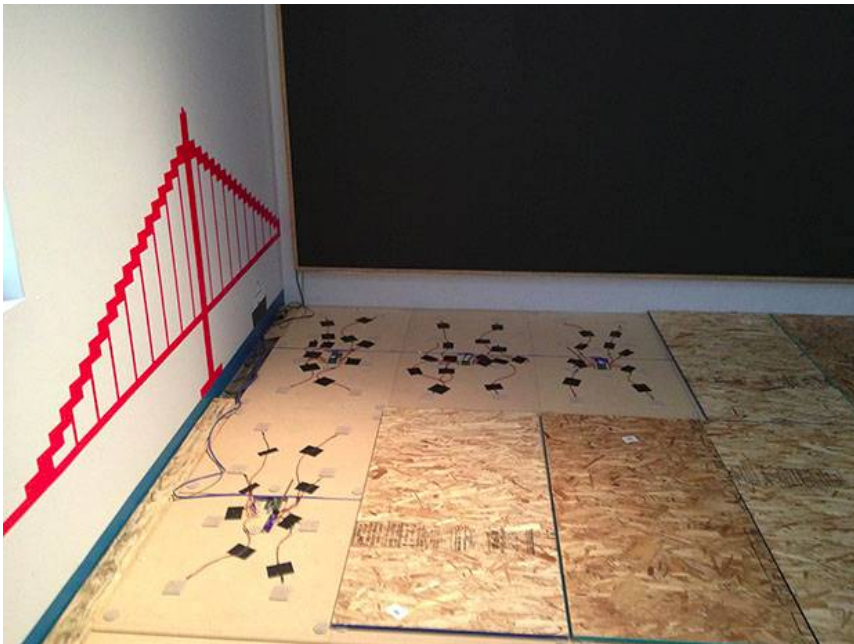
smtlk018

ahorn und snowball

Inhalt

- Idee
- Funktionsweise
- Umsetzung
- Kommunikation
- Code
- Anwendungsfälle
- Finanzplan
- Demo :-)

Idee



<http://sean.voisen.org/blog/2013/08/designing-pressure-sensitive-floor/>

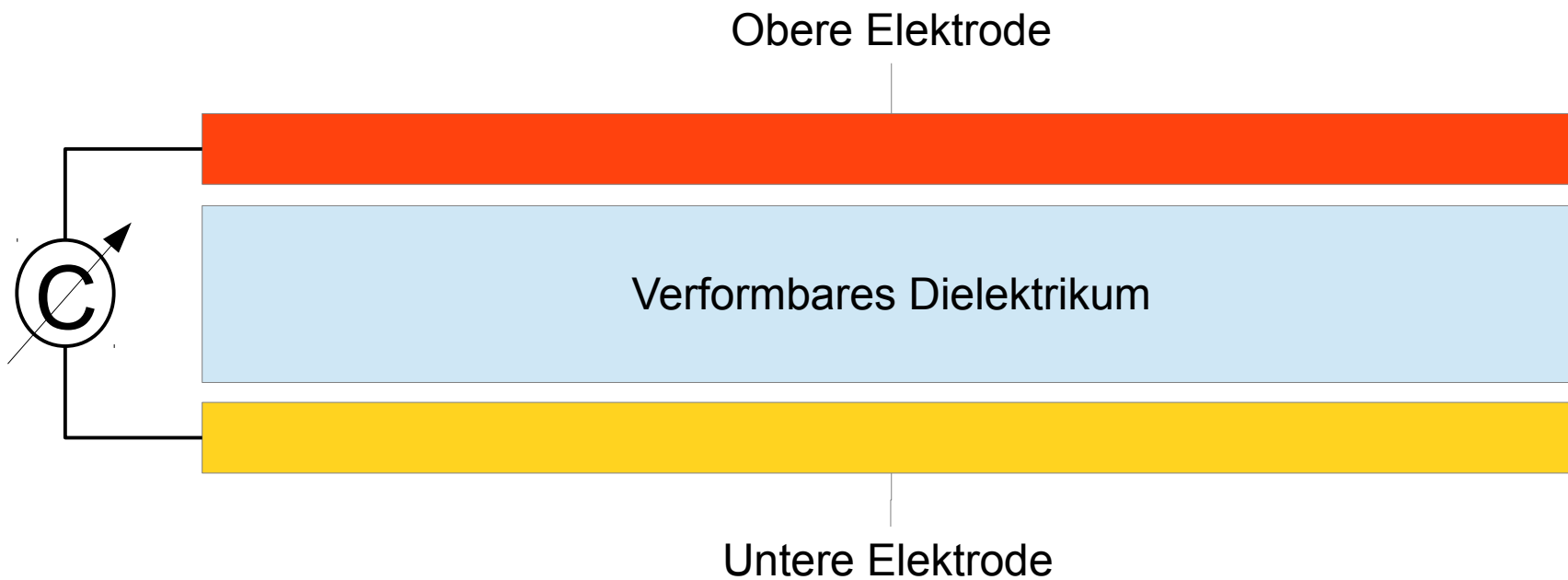
Anforderungen

- Extrem günstig
- Kompatibel zu Teppichboden
- Multi-Touch
- Keine unangenehmen Auswirkungen, z.B. Einsinken beim Gehen
- Auflösung:
 - Im Raum: 0,5m
 - Gewicht: 10 Stufen
 - Zeit: 10 Hz

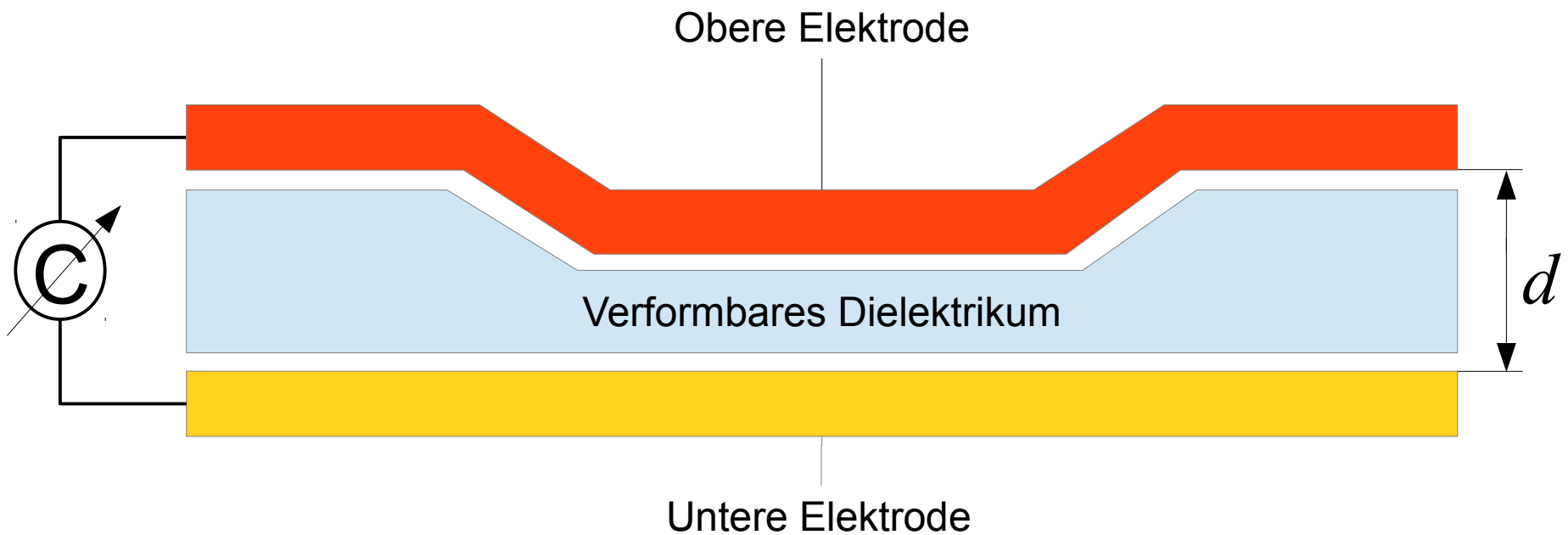
Sensor-Prinzipien

- Drucksensitive Widerstände, Wägezellen
- Tastermatrix, Flächenschalter
- Lichtschranken
- Resistiver Touchscreen
- Kapazitiver Touchscreen
- Kapazitiver Drucksensor
- Indirekt, z.B. mit einem Wärmemodell

Kapazitiver Drucksensor

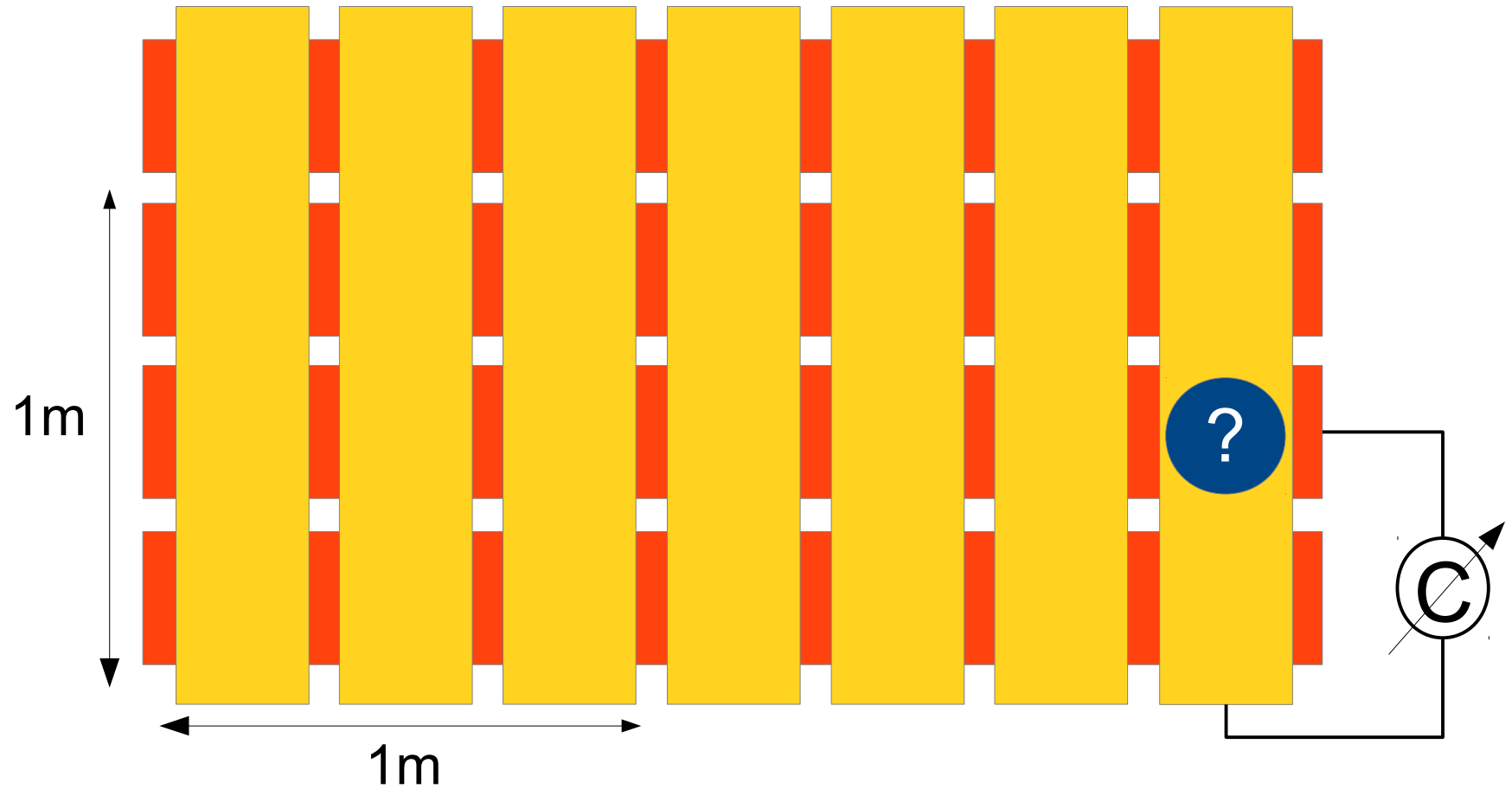


Kapazitiver Drucksensor

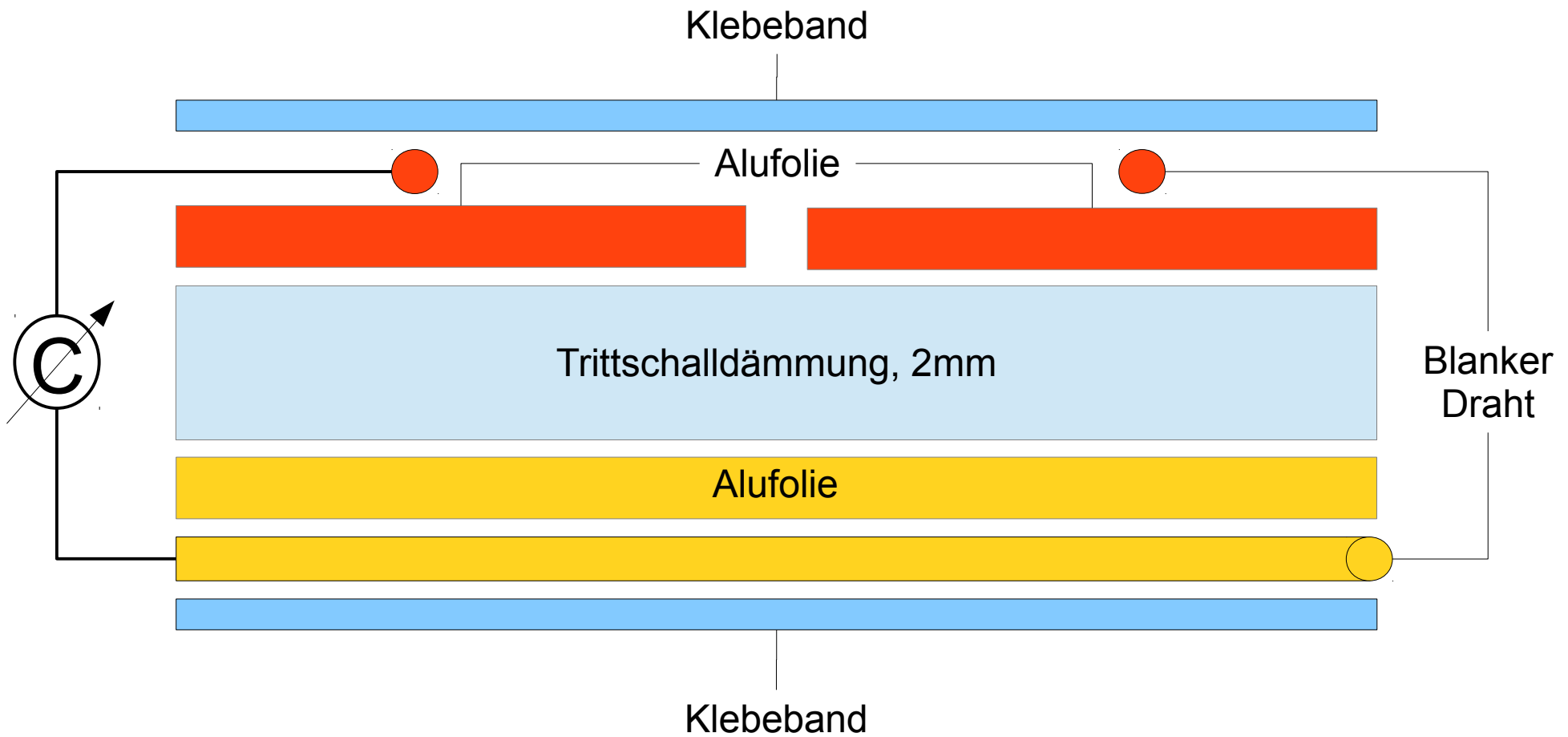


Plattenkondensator:
$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

Drucksensor-Matrix



Aufbau



Parasitäre Effekte

Unerwünschte Einflüsse:

- Druck auf anderen Feldern
→ herausrechnen
- Änderung des Dielektrikums über der Matrix
(z.B. sich nähernder Fuß)
- Bewegung von Bahnen oder Kabeln
- Einkoppelte Störungen
→ analog und digital filtern

Kapazitäts-Messung

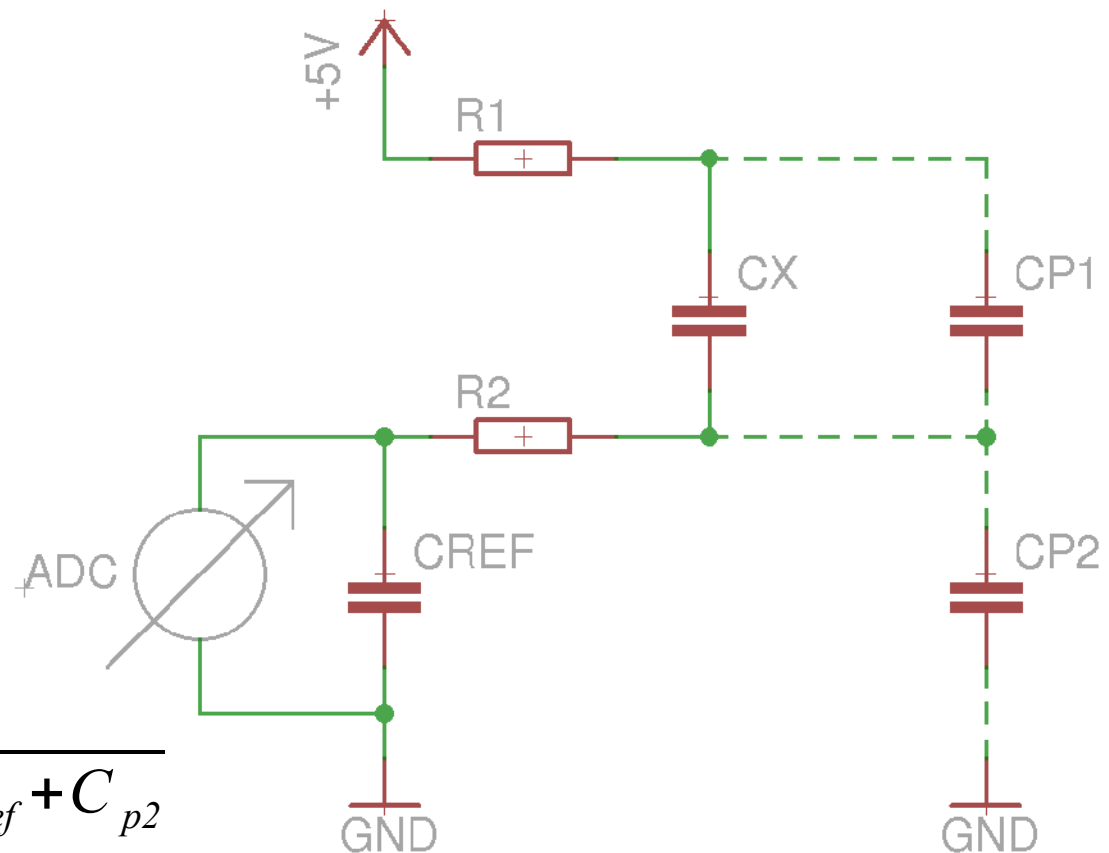
CX: zu messender
Kondensator

CREF: Referenz
(im AVR)

CPn: parasitäre
Kapazitäten

$$U_{ADC} = U \cdot \frac{C_x + C_{p1}}{C_x + C_{p1} + C_{ref} + C_{p2}}$$

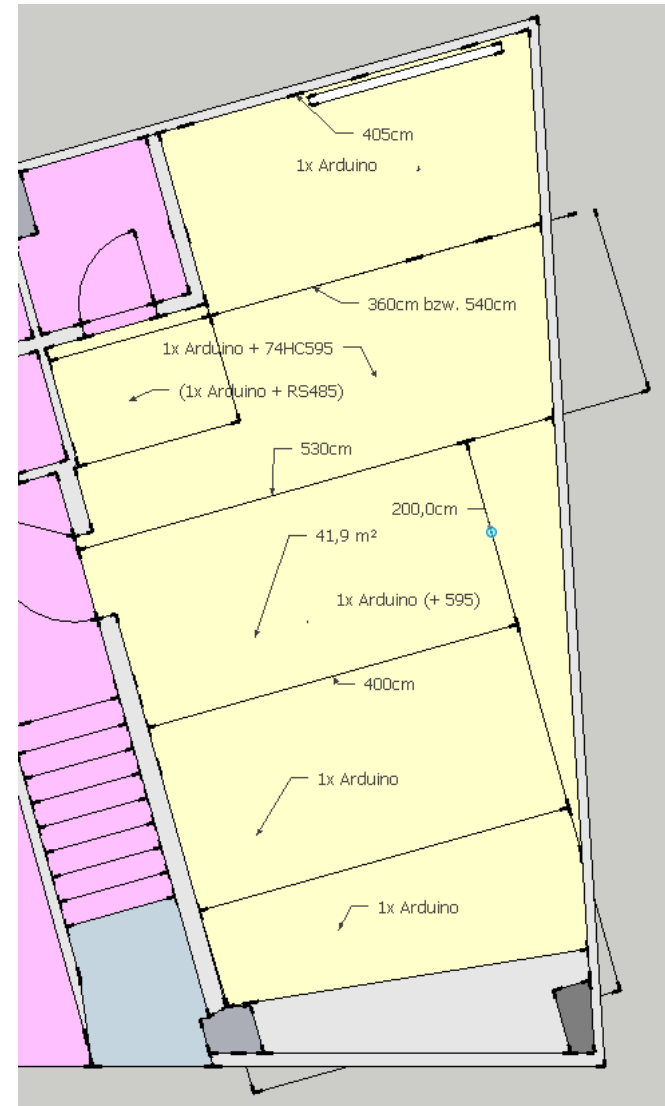
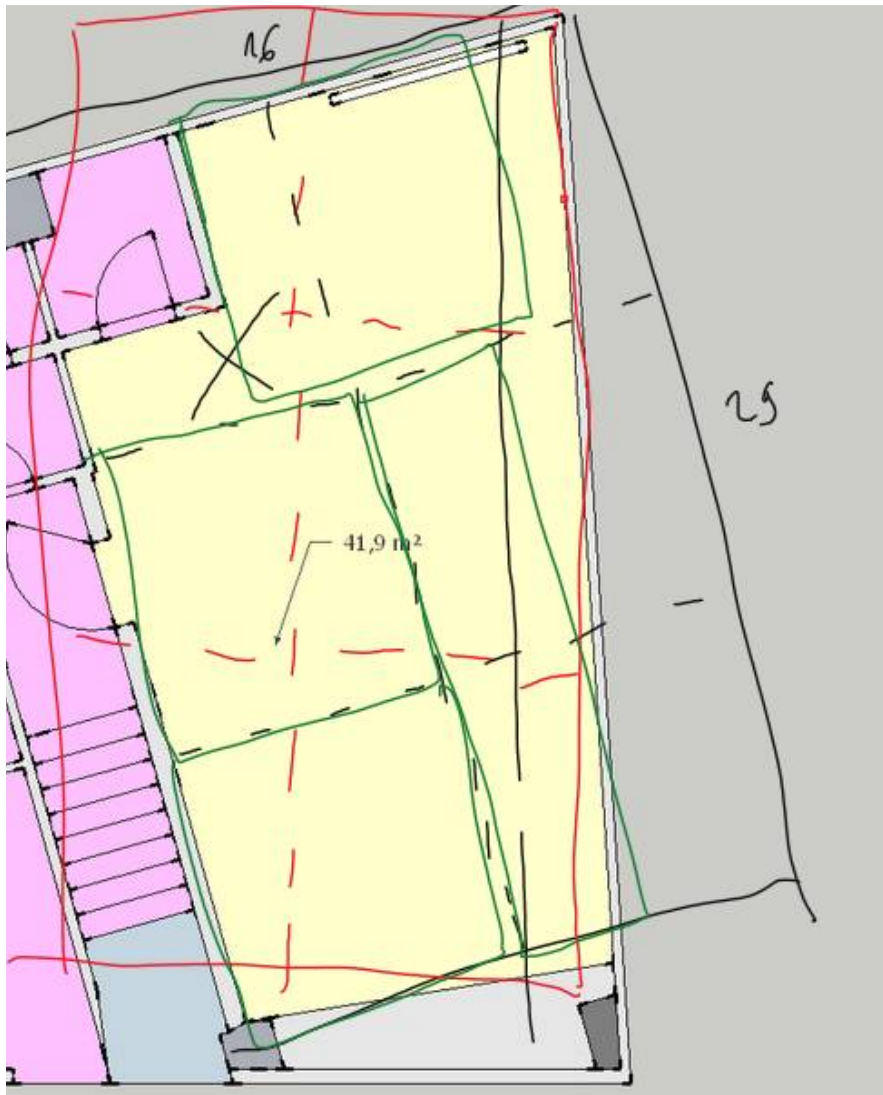
Annahme: $C_{p1}, C_{p2} \ll C_x$



Auswertung der Matrix

- Pro Bahn ein Pin, eine Seite mit ADC
- Arduino Pro Micro hat 18 Pins
- 6x ADC entspricht 2 m Breite
- Länge:
 - Normal: $3 \frac{1}{3}$ m
 - Mit LEDs: $+ \frac{2}{3}$ m
 - Mit 595: $+ 2 \frac{1}{3}$ m
 - USB: ± 0 m
 - I2C: $- \frac{2}{3}$ m
 - RS485: $- 1$ m

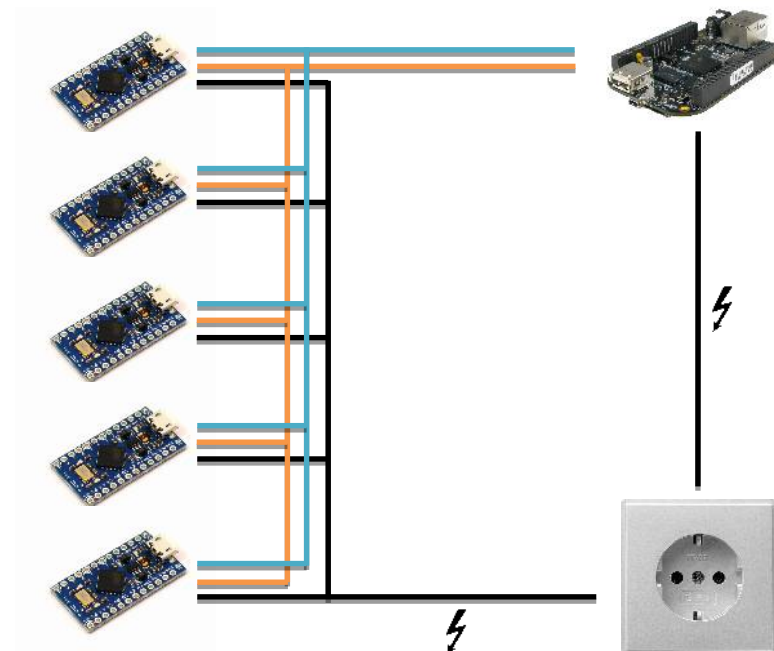
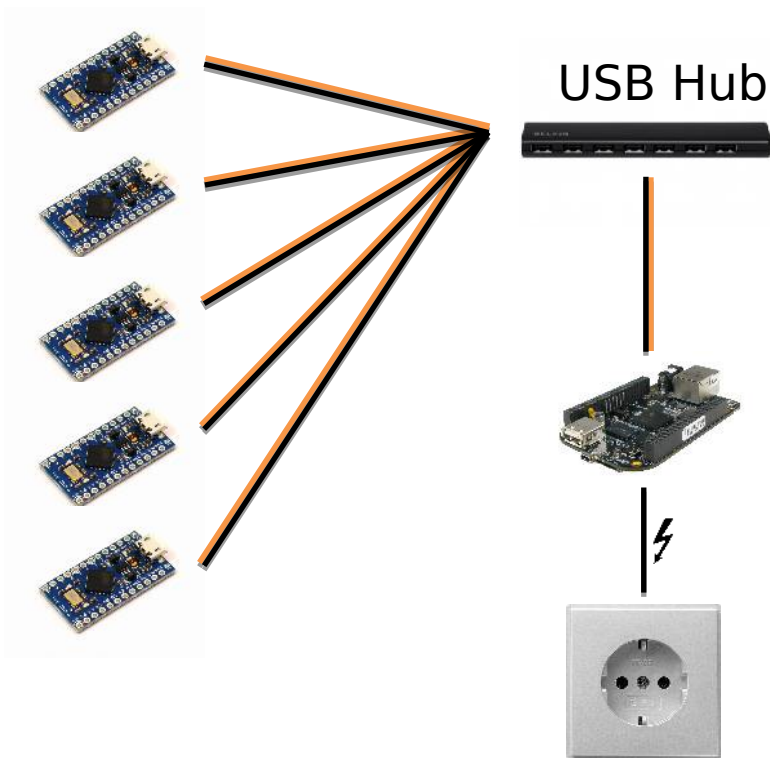
Aufteilung des Raums



USB vs. I²C

RS485: insbesondere in Hinblick auf Pins und Kosten nicht umsetzbar. Außerdem zusätzliche Platinen nötig.

USB	vs.	I ² C
<ul style="list-style-type: none">- benötigt keine zusätzlichen Pins- vermutlich robuster- Stromversorgung inklusive- einfache Firmware Updates		<ul style="list-style-type: none">- benötigt 2 zusätzliche Pins (die wir an den günstigen Arduinos nicht haben)- ggf. stör anfällig bei langen Leitungen- Kabel aus LAN-Resten



Kommunikation (bis jetzt)

Messungen über
bis zu 63
Iterationen
mitteln/addieren



virtueller
SerialPort
(2 Byte je
Messfeld + 4
Byte Delimiter
pro Messung)

Mapping der
seriellen Daten
auf 2D Array mit
x-y-Position der
Messwerte

Server (node.js)

WebSocket-
Verbindung
(JSON)

Darstellung der
Messwerte,
Berechnungen,
Kalibrierung etc.

Client
(Browser mit
WebSocket-
Unterstützung)

Code

Arduinos:

```
// test Capacitor between OUT_PIN and IN_PIN
int getCapacityVal(int IN_PIN, int OUT_PIN) {
    // Rising high edge on OUT_PIN
    pinMode(IN_PIN, INPUT);
    digitalWrite(OUT_PIN, HIGH);
    int val = analogRead(IN_PIN);
    digitalWrite(OUT_PIN, LOW);

    // Clear everything for next measurement
    pinMode(IN_PIN, OUTPUT);
    digitalWrite(IN_PIN, LOW);

    return val;
}
```


Code (2)

Server (node.js - SerialPort):

```
var sp = new SerialPort("/dev/ttyACM0", { baudrate: 115200 });
sp.on("open", function() {
  var buffer = "";
  sp.on("data", function(data) {
    buffer += data.toString("hex");
    if (buffer.length >= 2 * 9 * 4) {
      var caps = [[],[],[]];
      while (buffer.indexOf("ffffdff") !== 0) {
        buffer = buffer.substr(1);
        if (buffer[0] === undefined) return;
      }
      buffer = buffer.substr(8);
      for (var i = 0; i < 9; i++) {
        var val = parseInt("0x" + buffer[2] + buffer[3] +
          buffer[0] + buffer[1]);
        caps[mapInputToCoord[i].x][mapInputToCoord[i].y] =
          val; buffer = buffer.substr(4);
      }
      sendToAllClients(JSON.stringify(caps));
    }
  });
});
```

Code (3)

Server (node.js - WebSocket):

```
var wsServ = ws.createServer(function (con) {
  console.log("Client connected");
  con.addListener("text", function (str) {
    console.log("Recived >>" + str + "<<");
  });
  con.addListener("close", function (code, reason) {
    console.log("WS Connection closed");
  });
});

wsServ.listen(1337);

function sendToAllClients(msg) {
  if (wsServ) {
    for (var i = 0; i < wsServ.connections.length; i++) {
      wsServ.connections[i].sendText(msg);
    }
  }
}
```

Code (4)

Client (Browser):

```
var con = new WebSocket("ws://" + (location.hostname + ":1337"));

con.addEventListener("message", function (msg) {
    var caps = JSON.parse(msg.data);

    for (var i = 0; i < caps.length; i++) {
        for (var j = 0; j < caps[0].length; j++) {
            // do stuff with caps[i][j]
        }
    }
});
```

Anwendungsfälle

Was kann man damit tun?

- Drum-Computer / Musik beeinflussen
- Lustige Spiele
- Einbrecher trollen
- Intelligente Raumsteuerung
- PC-Spiele steuern (Joystick)
- \$Roomba steuern

Datenschutz: Was möchten wir damit *nicht* tun?

Kosten & Finanzierung (USB Variante)

Item	Anzahl (ges / Proto 2)		Kosten pro Einheit (ca.)
BeagleBone	1	0	50,00 €
Arduino Pro Micro	5	0	3,15 €
Platinen + 74HC595	2-3	0	1 €
USB-Hub 4 Ports	2	0	2,50 €
USB Kabel A->B micro < 1m	1	0	~1,80 €
USB Kabel A->B micro 1-2m	2	0	~2,50 €
USB Kabel A->B micro 3-5m	2	0	~3,00 €
Trittschaldämmung	(23+)22 m ²	(12)+0 m ²	0,06 €
Alufolie 30cm breit	(20+)300 m	(20+)52 m	~0,05 €
Klebeband 36x 48mmx66m	~2240m	504m	~0,008 €
Draht	320m	72m	~0,03 €

Kosten für Prototyp Nr. 2

- 52m Alufolie -> 2 x 30m Rolle á 1,45 €
- ~500m Klebeband -> 8 x 66m Rolle á ~1 €
- 72m Draht -> 100m Rolle á ~5,50 €
- Litze ~70m -> Ethernet Kabelrest aus der WM
12 oder 100m Rolle á 10€

- ~ 17 € / (27€)

für Prototyp 2m x 6m -> 108 Flächen

Gesamtkosten inkl. Prototyp 2

- BeagleBone 50 €
- Arduino Pro Micro $5 \times 3,15 \text{ €} = 15,75 \text{ €}$
- Platinen + 74HC595 3 €
- USB-Hub 4 Ports $2 \times 2,50 \text{ €} = 5 \text{ €}$
- USB Kabel A->B micro < 1m 1,80 €
- USB Kabel A->B micro 1-2m $2 \times 2,50 \text{ €} = 5 \text{ €}$
- USB Kabel A->B micro 3-5m $2 \times 3 \text{ €} = 6 \text{ €}$
- Trittschaldämmung, 25m Rolle 6,40€
- Alufolie 30cm breit, 30m Rolle $10 \times 1,45\text{€} = 14,50 \text{ €}$
- Klebeband 36x 48mmx66m 20 €
- Draht 320m 15 €
- Litze 250-300m (25 €) ggf. Ethernet Rest

Summe ca. 142,50€ (167,50€)

Demo :-)

